

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS RANGKAIAN INVERTER 12V DC-220V AC DENGAN**  
**SUMBER PANEL SURYA PADA BEBAN MOTOR**  
**LISTRIK SATU FASA**

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas –Tugas Dan Syarat-Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)*

**Disusun Oleh :**

**AHMAD MALIK**

**1407220003**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2018**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS RANGKAIAN INVERTER 12V DC – 220V AC  
DENGAN SUMBER PANEL SURYA PADA BEBAN  
MOTOR LISTRIK SATU FASA

*Diajukan Guna Melengkapi Tugas – tugas dan Sebagai Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Telah Diuji dan Disidangkan Pada Tanggal :  
22 SEPTEMBER 2018

Oleh :

AHMAD MALIK

1407220003

Pembimbing I

(Noorly Evalina, ST. MT)

Pembimbing II

(Partaonan Harahap, MT. IPM)

Penguji I

(Ir. Abdul Azis Hutasuhut, MM)

Penguji II

(Faisal Irsan Pasaribu, ST. MT)

Diketahui dan Disahkan  
Kepala Jurusan Teknik Elektro

(Faisal Irsan Pasaribu, ST. MT)

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2018

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Ahmad Malik

Tempat/ Tgl Lahir : Handis Julu, 30 Agustus 1994

Fakultas : Teknik Elektro

Menyatakan Dengan Sesungguhnya Dan Sejujurnya, Bahwa Laporan Tugas Akhir ( Skripsi ) Saya Ini Dengan Judul :

“ ANALISIS RANGKAIAN INVERTER 12V DC – 220V AC DENGAN SUMBER PANEL SURYA PADA BEBAN MOTOR LISTRI SATU FASA ”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya orang lain, hasil karya orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material atau non material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ sesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan Integritas Akademik di program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2018

Saya yang menyatakan

( AHMAD MALIK )

## *Lembar Persembahan*

*Yang utama dari segalanya...*

*Sembah sujud serta syukur ALLAH SWT. Taburan cinta dan kasih sayang\_Mu telah memberiku kekuatan, membekali dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang engkau berikan kepada hamba. Swolat dan salam selalu terlimpah keharibaan beginda Rosullah Muhammad SAW...*

*Kepada ibunda "Nirwana Siregar"... Dan Ayahanda "Muhammad Soleh Hsb" Tercinta*

*Sebagai tanda bukti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kepada Ibu dan Ayah yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan dan cinta kasih yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertulisan kala cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia, karena sungguh kusadari selama ini belum bisa berbuat yang lebih baik. Untuk Ibu dan Ayah yang selalu membuatku selalu termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku menjadi lebih baik, dan selalu berkorban demi anakmu ini. Terima kasih Ibu... Terima kasih Ayah...*

*My lovely sisters "Derlian Hsb" dan My brathers "Ridwan Hanafi Hsb"...*

*Untuk Adikku dan Abangku, tiada yang paling mengharukan saat berkumpul bersama kalian, walaupun sering bertengkar tapi hal itu menjadi warna yang tak akan pernah tergantikan. Maaf selama ini saya belum bisa sebagai panutan seutuhnya, dan belum memberikan apa-apa sama kalian. Tapi aku akan berusaha selalu menjadi yang terbaik untuk kalian...*

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran ALLAH.SWT atas rahmat dan karunianya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan insya ALLAH berguna bagi alam semesta. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi besar MUHAMMAD SAW yan mana beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah “Analisa Hubungan Seri Dan Paralel Terhadap Karakteristik Solar Sel”

Selesainya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, karena atas berkah dan izin-Mu saya dapat menyelesaikan tugas akhir dan studi di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Dr. Agussani, M.AP. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Tehknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Ir. Abdul Aziz Hutasuhut, M.T. selaku Dosen Penguji I dikampus yang telah memberi ide-ide dan masukkan dalam menyelesaikan sidang sarjana tugas akhir ini.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T. selaku Dosen Penguji II dikampus yang telah memberi ide-ide dan masukkan dalam menyelesaikan sidang sarjana tugas akhir ini.

7. Ibu Noorly Evalina, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing I dikampus yang telah memberi ide-ide dan masukkan dalam menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini.
8. Bapak Partaonan Hrp, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing II dikampus yang selalu sabar membimbing dan memberikan pengarahan penulis dalam penelitian serta penulisan laporan tugas akhir ini.
9. Ayahanda (Muhammad Soleh Hsb) dan ibunda (Nirwana Siregar) tercinta, yang dengan cinta kasih & sayang setulus jiwa mengasuh, mendidik, dan membimbing dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.
10. Segenap Bapak & Ibu dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Segenap, kepada teman seperjuangan Fakultas Teknik yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu serta Keluarga Besar Teknik Elektro 2014 yang selalu memberikan semangat dan suasana kekeluargaan yang luar biasa.
12. Serta semua pihak yang telah mendukung dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 2018  
Penulis

**AHMAD MALIK**  
1407220013

## ABSTRAK

Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti baterai, panel surya / solar sel menjadi AC. Keluaran inverter dapat berupa tegangan yang dapat diatur dan tegangan yang tetap, Efisiensi adalah parameter yang sangat penting saat memilih inverter, supaya energi yang maksimalnya dapat disalurkan ke beban. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan, dilakukan pengukuran tegangan (V), arus (I) dan  $\cos \phi$  pada output dari rangkaian inverter. Apabila beban ditambah maka efisiensinya akan meningkat sebesar 71,99% sampai dengan 81,76%. Kemudian efisiensi maksimum dari inverter sebesar 94%, dan daya puncak berkisar sebesar 32,34 W sampai dengan 36,73 W.

**Kata Kunci :** Inverter, Efisiensi inverter, Daya inverter

### ABSTRACT

*An inverter is an electrical device used to convert direct voltage (DC) to alternating voltage (AC). Inverters convert DC from devices such as batteries, solar panels to AC. The inverter output can be an adjustable voltage and a fixed voltage. Efficiency is a very important parameter when choosing an inverter, so that the maximum energy can be channeled to the load. To find out the capacity of the power produced, voltage ( $V$ ), current ( $I$ ) and  $\cos \varphi$  are measured at the output of the inverter circuit. If the burden is added, the efficiency will increase by 71.99% to 81.76%. Then the maximum efficiency of the inverter is 94%, and peak power ranges from 32.34 W to 36.73 W.*

*Keywords: Inverter, inverter efficiency, Power inverter*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b>	
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan .....	7
2.2 Prinsip Kerja Inverter .....	11
2.3 Struktur inverter.....	12
2.4 Mosfet .....	13
2.4.1 Jenis-Jenis Mosfet.....	14
2.5 Efisiensi.....	15
2.6 Transformator .....	16
2.7 Daya .....	17
2.7.1 Faktor Daya .....	20
2.8 Resistor .....	22
2.9 Kapasitor .....	23
2.10 Prinsip Kerja Kapasitor .....	26
2.11 Baterai (accu) .....	27
2.12 Motor Listrik Satu Fasa .....	28

2.13 Teori Loop .....	30
-----------------------	----

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

3.1 Lokasi Penelitian .....	30
3.2 Alat Dan Bahan.....	30
3.3 Jenis Data Penelitian .....	30
3.4 Sumber Data .....	31
3.5 Jalannya Penelitian .....	32
3.6 Sfesifikasi Inverter 12V DC – 220V AC.....	32
3.7 Flowcart Penelitian .....	33
3.8 Gambar Blok Diagram Pengujian.....	34
3.9 Gambar Rangkaian Inverter .....	34
3.10 Skema Ranagkaian.....	35
3.11 Gambar Hasil Percobaan Pada Rangkaian Inverter.....	36

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Karakteristik Inverter .....	37
4.2 Analisa Data Yang Dihasilkan Inverter .....	38

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	44

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Prinsip Kerja Rangkaian Inverter Satu Fasa .....	12
2.2 Struktur Inverter Sederhana .....	12
2.3 Transistor MOSFET Jenis Transistor Mode Depletion.....	14
2.4 Bagian (B) Simbol Transistor MOSFET Mode Enhancement .....	15
2.5 Aliran Daya Pada Inverter .....	15
2.6 Transformator Keluaran Ganda.....	16
2.7 Vektor Segi Tiga Daya .....	20
2.8 Resistor Tetap.....	22
2.9 Kontruksi Kapasitor .....	24
2.10 Baterai (accu) .....	28
2.11 Motor Listrik Satu Fasa .....	29
3.1 <i>Flowcart</i> Penelitian .....	33
3.2 Bagan rangkaian .....	34
3.3 Rangkaian Inverter .....	34
3.4 Skema Rangkaian .....	35
3.5 Percobaan Rangkaian Inverter.....	36

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.8 Kode Warna Resistor.....	21
3.6 Sfesifikasi inverter 12V DC – 220V AC.....	31
4.2 Data Hasil Pengukuran Output Inverter .....	36

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Inverter adalah perangkat elektrik yang di gunakan untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti baterai, panel surya / solar cell menjadi AC. Beberapa tahun belakangan ini perkembangan mengalami kemajuan pesat, semua itu didasari oleh kemajuan pendidikan yang ada selama ini. Seiring dengan keadaan yang semakin maju terutama dalam dunia elektronika, pasti membutuhkan sumber arus untuk menjalankan alat-alat elektronika tersebut. Inverter merupakan suatu rangkaian yang di gunakan untuk mengubah sumber tegangan DC tetap menjadi sumber tegangan AC dengan frekuensi tertentu. Komponen semikonduktor daya yang di gunakan dapat berupa SCR, transistor dan mosfet yang beroperasi sebagai saklar dan pengubah. Inverter dapat di klasifikasikan dalam dua jenis yaitu, inverter satu fasa dan inverter tiga fasa. Setiap inverter tersebut dapat di kelompokkan dalam empat kategori di tinjau dari jenis rangkaian komutasi pada SCR yaitu, modulasi lebar pulsa, inverter resonansi, inverter komutasi bantu dan inverter komutasi komplemen [1].

Salah satu penunjang dalam kehidupan manusia modern adalah listrik, dimana listrik sudah menjadi kebutuhan primer untuk beraktifitas dan berproses produksi. Karena kebutuhan listrik yang semakin meningkat dan sumber daya listrik kurang memadai, maka dibutuhkan cara untuk menghemat energi [2]. Untuk mengatasi hilangnya daya, kita membutuhkan alat yang mampu memasok daya tegangan

sumber. Salah satu alatnya adalah inverter, sehingga penulis bertujuan (menganalisis rangkaian inverter 12V DC – 220V AC dengan sumber panel surya pada beban motor satu fasa). Metode yang digunakan adalah dengan mengukur bersama dengan analisis perhitungan beban yang diberikan [3]. Inverter adalah sebuah teknologi yang digunakan oleh para produsen untuk menghemat konsumsi daya listrik. Inverter dapat menghemat konsumsi daya energi listrik karena inverter dapat meminimalkan putaran motor sehingga arus yang digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan [4]. Inverter merupakan salah satu komponen utama pada sistem PLTS agar dapat menghasilkan daya yang dapat dikonsumsi oleh beban-beban yang ada. Inverter berperan untuk mengubah listrik DC, yang *intermittent* dari PLTS menjadi AC untuk suplai ke arah beban. Hal ini menjadikan inverter beserta sistem kendali untuk menghasilkan AC yang diinginkan merupakan hal yang esensial pada sistem PLTS [5].

Inverter menjadi populer karena kekuatannya yang tinggi, aplikasi tegangan tinggi. Namun inverter memiliki beberapa kelemahan seperti peningkatan beberapa jumlah komponen, metode kontrol yang kompleks dan masalah keseimbangan tegangan [6]. Berdasarkan bentuk gelombang keluarannya, inverter dibedakan menjadi inverter gelombang kotak (*square wave*), gelombang sinus modifikasi (*modified sin wave*), dan gelombang sinus murni (*sine wave*). Inverter yang paling banyak digunakan adalah inverter dengan gelombang keluaran sinus modifikasi. Alasan utama adalah karena lebih murah dan mudah dalam proses pembuatannya. Kekurangan inverter ini adalah tidak dapat digunakan pada beban induktif [7].

Kapasitas daya listrik yang terpasang pada jaringan rumah akan membatasi penggunaa daya listrik yang mampu disalurkan kebeban. Jika terjadi kelebihan daya maka jaringan listrik akan terputus, dan jika diinginkan kapasitas daya yang lebih tinggi, maka kapasitas jaringan listrik harus ditingkatkan, meskipun penggunaan daya listrik saat ini melebihi kapasitas daya terpasang hanya beroperasi dalam waktu yang tidak terlalu lama. Untuk mengatasi beban yang melebihi kapasitas daya terpasang adalah dengan menambahkan perangkat inverter untuk mensuplai kekurangan daya. Inverter adalah perangkat listrik yang merubah sumber tegangan DC menjadi sumber tegangan AC sehingga dapat mensuplai beban AC [8]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis inverter satu fasa sebagai pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa, yang bekerja dengan variasi rasio nilai antara kapasitor dan resistansi kapasitas kapasitor dipilih konstan sementara nilai resistansinya divariasikan oleh potensiometer [9].

Untuk membuat inverter dengan kapasitas daya 1200 watt, terlebih dahulu dilakukan simulasi terhadap rangkaian inverter, dengan menggunakan beban yang berubah-ubah. Beban yang digunakan pada simulasi inverter adalah resistor, induktor, dan kapasitor (RLC). Tujuan penelitian menggunakan simulasi rangkaian inverter pada kapasitas 1200 watt, sebelum rangkaian inverter tersebut dibuat agar dapat mengurangi tingkat kesalahan pada perencanaan, tegangan input DC 48V DC dan output dari inverter 220V AC, setelah rangkaian inverter terbentuk, selanjutnya menganalisis kebutuhan komponen serta kapasitas dari komponen yang digunakan [10].

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang akan di kemukakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik rangkaian inverter untuk menghasilkan daya 1200 watt.
2. Bagaimana pengaruh beban terhadap efisiensi inverter.
3. Bagaimana cara kerja rangkaian inverter 1200 watt dengan beban motor listrik satu fasa.

## **1.3 Batasan masalah**

Masalah yang akan di bahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Menganalisis karakteristik rangkaian inverter untuk menghasilkan daya 1200 watt.
2. Menganalisis pengaruh faktor daya terhadap beban pada efisiensi inverter.
3. Menganalisis daya otuput rangkaian inverter 1200 watt dengan beban motor listrik satu fasa.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik rangkaian inverter untuk menghasilkan daya 1200 watt.
2. Mengetahui pengaruh beban terhadap efesiensi inverter.



3. Mengetahui cara kerja rangkaian inverter 1200 watt dengan beban motor listrik satu fasa.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang dapat di ambil dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Bagi mahasiswa dapat di jadikan sebagai refrensi untuk mengetahui kajian tentang inverter satu fasa dan tiga fasa.
2. Untuk umum rangkaian inverter ini dapat di gunakan untuk menghidupkan lampu, televise dan vcd player tergantung besar daya inverternya, besarnya daya yang di hasilkan inverter tergantung pada besarnya daya suplai dan besarnya trafo juga sangat mempengaruhi daya inverternya.
3. Pemakaian inverter pada rumah tangga jauh lebih hemat karena tidak ada membayar bulanan.

### **1.6 Sitematika Penulisan**

Untuk memberikan gambaran penulisan tugas akhir ini, di uraikan sebagai Berikut :

## **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini mencakup latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, metode penulisan, serta sistematika penulisan.

## **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi teori tentang, inverter satu fasa dan tiga fasa, beban kipas angin dan faktor daya.

### **BAB III : METODELOGI PENELITIAN**

Pada bab ini menguraikan tentang jalannya penelitian dan spesifikasi alat yang digunakan pada penelitian ini.

### **BAB IV : ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan mengenai analisa data untuk menghitung besarnya faktor daya pada saat di beri beban motor listrik satu fasa.

### **BAB V : PENUTUP**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka Relevan**

Inverter adalah merubah tegangan DC dari akumulator menjadi tegangan AC yang berupa sinyal sinus setelah melalui pembentukan gelombang dan rangkaian filter. Tegangan output yang di hasilkan harus stabil baik amplitudo tegangan maupun frekuensi tegangan yang di hasilkan, distorsi yang rendah, tidak terdapat tegangan transien serta tidak dapat di interupsi oleh suatu keadaan [1].

Kegunaan dari inverter adalah untuk menyediakan sebuah eksitasi yang di kontrol untuk motor AC berfrekuensi yang dapat di atur. Prinsip fundamental dari operasi sebuah pembalik (inverter) adalah terhentinya sebuah tegangan searah secara periodik untuk menghasilkan sebuah gelombang kuadrat oleh rangkaian. Dalam kebanyakan pemakaian daya, maka SCR melakukan fungsi kontak penghubung S (saklar) yang di operasikan secara periodik. Frekuensi gelombang kuadrat resultan tersebut hayalah merupakan fungsi dari kecepatan penggantian (switching rate), sehingga frekuensi AC dalam beban dapat di ubah [2]. Jika di inginkan sebuah tagangan sinusoida murni, maka frekuensi fundamental dari gelombang kuadrat tersebut dapat di proleh dengan menggunakan sebuah saringan yang sesuai. Rangkaian ini di namakan sebagai pembalik (inverter) sejajar yang di komutasi kapasitor. Kedua SCR tersebut bertindak sebagai elemen pengganti, yang masing-masing bertindak sebagai penghantar untuk setengah siklus dan dirintangi untuk siklus setengah yang lain. Fungsi dari kapasitor untuk mempertahankan sebuah SCR

dalam keadaan yang tak bersifat penghantar sedangkan SCR yang kedua berada dalam keadaan yang bersifat penghantar. Induktor  $L$  di namakan sebuah cok dan bertugas untuk mengisolasi tegangan bolak-balik yang di hasilkan oleh aksi penggantian dari bekal DC. Pembalik sejenis ini di gunakan sebagai elemen dasar dalam banyak system yang besar dan kompleks yang di gunakan dalam isdustri [1].

Dalam mengatasi hilangnya daya dalam rumah tangga, perlu alat yang bisa memasok daya tegangan input diantaranya, adalah inverter. Kemudian penulis bertujuan untuk menganalisis rangkaian inverter 12V DC – 220V AC dengan sumber panel surya pada beban motor satu fasa metode yang digunakan adalah mengukur dan menganalisis perhitungan beban yang diberikan. Inverter adalah sebagai *energysaving* motor listrik satu fasa dengan daya listrik bervariasi untuk menentukan perubahan dalam jumlah listrik yang akan dianalisis. Dengan menggunakan inverter jauh lebih efisien karena arus hanya mencapai 0,76A menggunakan beban dan tanpa menggunakan beban hanya 135,63A. Diandingkan dengan arus beban dan daya tanpa menggunakan inverter yang mencapai 1,3A – 135,64A [3].

Tujuan dari penelitian ini adalah menyiapkan metode yang efektif dalam teknologi inverter untuk menghasilkan peningkatan tegangan yang lebih besar serta mengurangi tegangan diseluruh komponen. Dalam metode ini menggunakan frekuensi tinggi kebocoran trafo induktansi yang rendah akan mempengaruhi kapasitor. Dalam analisis ini menggunakan metode kontrol PWM menerapkan kontrol bosst di switch inverter untuk mendapatkan tegangan maksimum. Inverter jaringan tidak jauh beda dengan jaringan T-shape yang dikenal dengan T-source

inverter karena hanya memiliki jumlah komponen yang lebih sedikit dibandingkan dengan inverter lainnya [4].

Pengembangan model simulasi inverter Grid Connected Photovoltaic System (GCPV) dalam perangkat lunak matlab / simulink. Inverter model simulasi Grid Connected Photovoltaic System (GCPV) menerima radiasi matahari dengan parameter suhu sebagai input dan output dayanya tegangan AC. Dalam metode kontrol ini digunakan untuk memastikan output inverter akan sinkron dengan faktor daya ke jaringan utilitas. Pengembangan inverter ini akan divalidasi dengan data yang diperoleh dari sistem (GCPV). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daya output dari inverter simulasi dapat diterima dengan penyimpangan kecil dari data aktual. Hal ini disebabkan ketidakakuratan dari prediksi faktor-faktor yang tercantum dalam derating kerja [5].

Tegangan yang meningkat memungkinkan kemampuan inverter dapat dioperasikan dengan menggunakan jaringan Z-source ke DC link rangkaian inverter utama mengendalikan siklus sistem inverter dengan menggunakan IGBTs dengan mengurangi garis harmonik. Meningkatkan faktor daya akan memperluas rentang tegangan output [6].

Realisasi 3, 5, 7, tiga level yang berbeda dilakukan penurunan satu, dua, tiga jembatan dengan secara seri masing-masing dalam matlab. Penggunaan kontrol sederhana diterapkan untuk menggantikan saklar pada sudut konduksi. Pengurangan harmonisa dilakukan dengan bantuan inverter bertingkat dan bentuk kualitas tinggi gelombang. Simulasi inverter fase tunggal 3, 5, 7 tingkat dilakukan pada matlab / simulink dengan spektrum FFT dengan nilai THD. Analisa Total Harmonic Distron

(THD) dan Fast Fourier Transform (FFT) multilevel inverter menggunakan bantuan MATLAB / simulink [7].

Inverter grid menggunakan teknik kontrol, referensinya dapat melalui perhitungan, pengontrol PI, kontrol loop dan fase terkunci loop. Didalam penelitian ini dipergunakan untuk mengendalikan inverter, simulasi untuk line voltage dan current waveform dilakukan dalam MATLAB. Pertimbangan efektivitas akan menekan tegangan output dengan distorsi daya yang rendah, sumber tegangan inverter dapat dikombinasikan pada sistem UPS dengan beban RC penyearah nonlinier telah ditentukan dalam standar EN 62040-3. Jenis sistem kontrol yang diuji ialah PID / CDM dan pengendali instan dirancang dengan menggunakan diskrit dan juga termasuk desain filter output menunjukkan bahwa loop kontrol ditambahkan dengan pengontrol yang berulang dan juga variable input tambahan (arus) dari kontroler harus digunakan untuk menurunkan THD tegangan pada beban nonlinier. Hasil verifikasi eksperimental akan ditampilkan [8].

Laporan tugas akhir ini fokus pada inverter yang akan mengubah tegangan DC secara efisien menjadi sumber tegangan AC, inverter digunakan untuk banyak aplikasi. Inverter akan mengubah daya listrik dari baterai untuk menghidupkan laptop, TV dan alat elektronika lainnya. Metode ini, dimana daya DC tegangan rendah diubah menjadi tegangan AC 220 V. Konversi sumber tegangan DC ke gelombang AC menggunakan modulasi lebar pulsa, metode ini digunakan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan adalah terlebih dahulu dengan mengubah daya DC menjadi tegangan AC. Dijelaskan secara khusus transformasi sumber tegangan

DC menjadi output AC, Inverter dipasaran saat ini pada dasarnya ada dua bentuk tegangan output yang berbeda yaitu, modified sine wave dan pure sine wave [8].

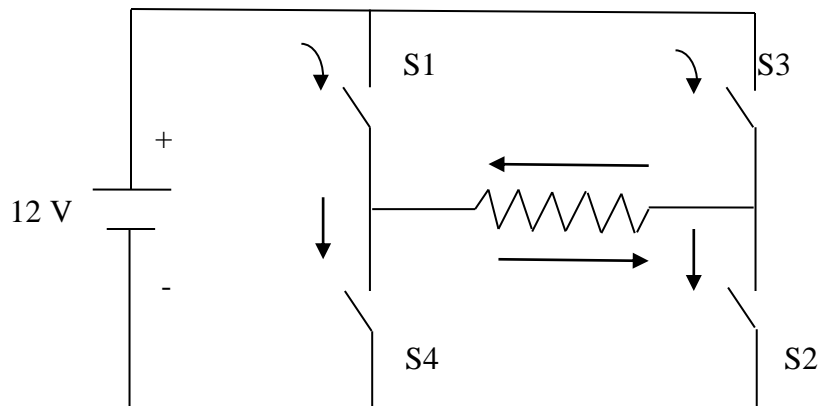
## **2.2 Prinsip Kerja Inverter**

Inverter digunakan untuk mengubah tegangan input DC menjadi tegangan output AC. Keluaran inverter dapat berupa tegangan yang dapat di atur dan tegangan yang tetap. Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan baterai, cell bahan bakar, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain.

Inverter juga dapat di bedakan dengan cara pengaturan tegangannya, yaitu :

- a. Voltage Fed Inverter (VFI) yaitu inverter dengan tegangan input yang di atur konstan.
- b. Current Fed Inverter (CFI) yaitu inverter dengan arus input di atur konstan.
- c. Variable DC Linked Inverter yaitu dengan tegangan input yang dapat di atur.

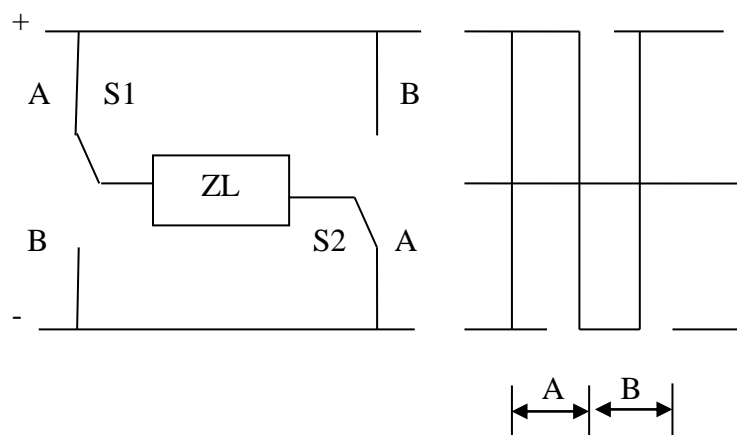
Prinsip kerja inverter dapat di jelaskan dengan menggunakan 4 saklar seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.2. Bila saklar S1 dan S2 dalam kondisi ON maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah saklar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. Inverter biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa (pulse width modulation – PWM) [9] [10].



**Gambar 2.2 Prinsip Kerja Rangkaian Inverter 1 Fasa**

### 2.3 Struktur Inverter

Struktur inverter memperlihatkan bahwa inverter dengan transistor yang menghasilkan arus bolak-balik (AC) dengan frekuensi dari sumber komersial yaitu (50Hz atau 60Hz). Bagian pertama sirkuit inverter mengubah sumber tegangan (DC) menjadi output (AC) dengan frekuensi beragam (dapat disetel). Bagian kedua adalah sebuah sirkuit kontrol yang berfungsi sebagai pengontrol sirkuit pertama. Gabungan keseluruhan dari sirkuit-sikuit inilah yang disebut sebagai inverter. Struktur inverter sederhana seperti gambar 2.3 di bawah ini.



**Gambar 2.3 Struktur Inverter Sederhana**



Bila kedudukan S1 dan S2 pada A, beban  $Z_L$  mendapatkan tegangan positif, sedangkan tegangan negatif diperoleh ketika S1 dan S2 pada kedudukan B. Dengan demikian pemindahan saklar (S1 dan S2) secara bergantian akan menghasilkan tegangan bolak-balik yang berbentuk persegi yang besarnya ditentukan oleh sumber, dan frekuensinya ditentukan oleh kecepatan pemindahan saklar. Berdasarkan konfigurasinya inverter dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu inverter satu fasa jembatan setengah dan inverter satu fasa gelombang penuh. Sedangkan berdasarkan jumlah fasanya, inverter dapat dibedakan atas dua jenis juga yaitu inverter satu fasa dan inverter tiga fasa.

## **2.4 Mosfet**

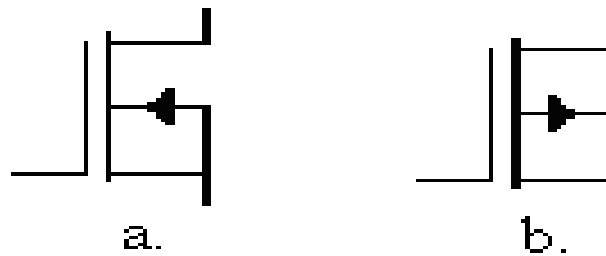
MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) adalah suatu transistor dari bahan semikonduktor (silicon) dengan tingkat konsentrasi ketidak murnian tertentu. Tingkat ketidak murnian ini akan membentuk jenis transistor tersebut, yaitu transistor MOSFET tipe-N (NMOS) dan transistor MOSFET tipe-P (PMOS). Bahan silicon di gunakan sebagai landasan (substrat) dari penguras (drain), sumber (source), dan gerbang (gate). Selenjutnya transistor dibuat sedemikian rupa agar antara substrat dan gerbangnya di batasi oleh oksida silikon yang sangat tipis. Oksida ini di endapkan di atas sisi kiri dari kanan, sehingga transistor MOSFET akan mempunyai kelebihan banding dengan transistor BJT (bipolar Junction Transistor), yaitu menghasilkan disipasi daya yang rendah.

### 2.4.1 Jenis-Jenis MOSFET

Bila dilihat dari cara kerjanya, MOSFET dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

**a. Transistor Mode Pengosongan (Transistor Mode Depletion)**

Pada transistor mode depletion, antara drain dan source terdapat saluran yang menghubungkan dua terminal tersebut, dimana saluran tersebut mempunyai fungsi sebagai saluran mengalirnya electron bebas. Lebar dari saluran itu sendiri dapat dikendalikan oleh tegangan gerbang. Transistor MOSFET mode pengosongan terdiri dari tipe-N dan tipe-P, simbol dari transistor di tunjukkan dalam gambar 2.3.1.

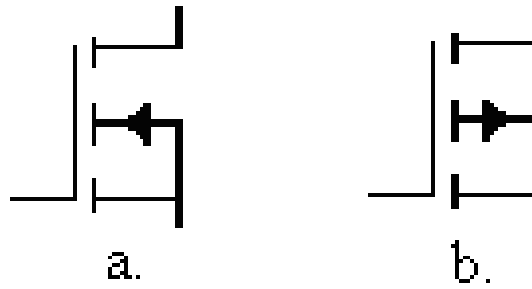


**Gambar 2.4.1 Transistor MOSFET Jenis Transistor Mode Depletion**

**(A) N-Channel Depletion (B) P-Channel Depletion**

**b. Transistor Mode peningkatan (Transistor Mode Enhancement)**

Transistor mode enhancement ini pada fisiknya tidak memiliki saluran antara drain dan sourcenya karena lapisan bulk meluas dengan lapisan SiO<sub>2</sub> pada terminal gate. Transistor MOSFET mode peningkatan terdiri dari tipe-N dan tipe-P. Simbol transistor di tunjukkan dalam gambar 2.3.2 [11].



**Gambar 2.4.2 Bagian (B) Simbol Transistor MOSFET Mode Enhancement**

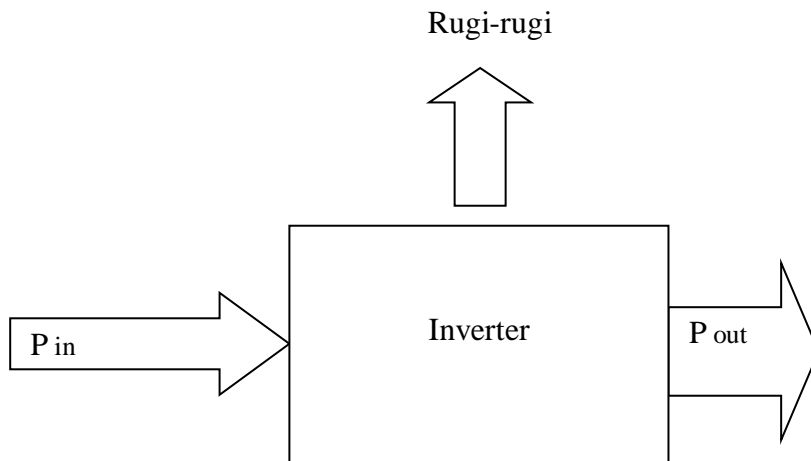
**(A). N-Channel Enhancement (B). P-Channel Enhancement**

## 2.5 Efisiensi

Efesiensi menggambarkan efektifitas inverter mengkonversikan besaran

DC menjadi besaran AC. Aliran daya inverter dapat di lihat pada gambar 2.5.

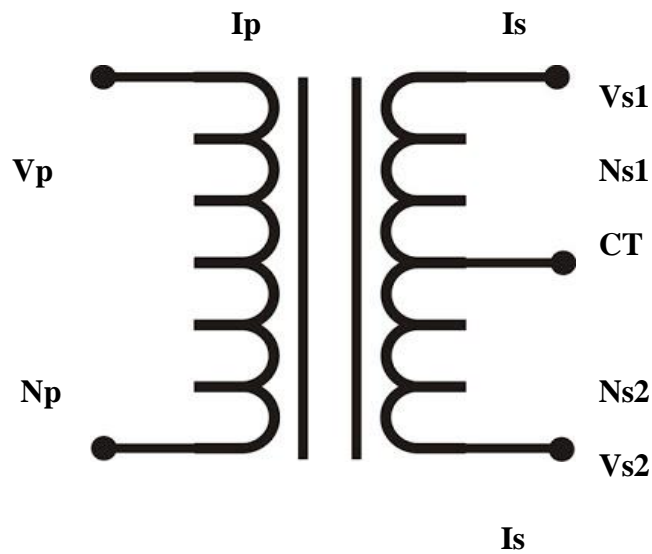
$$n = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.1.$$



**Gambar 2.5 Aliran Daya Pada Inverter**

## 2.6 Transformator

Transformator atau trafo adalah suatu alat listrik yang memindahkan energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandingan magnet berdasarkan prinsip kerja induksi electromagnet dan bisa dilihat dari gambar 2.5.



**Gambar 2.6 Transformator Keluaran Ganda**

Dimana :

$V_p$  : tegangan primer

$V_s$  : tegangan sekunder

$I_p$  : arus primer

$I_s$  : arus sekunder

$N_p$  : jumlah lilitan primer

$N_s$  : jumlah lilitan sekunder

Hubungan antara tegangan primer, jumlah lilitan primer, arus primer dengan tegangan sekunder, jumlah lilitan sekunder dan arus sekunder di tuliskan dalam persamaan :

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \dots\dots\dots 2.2.$$

Pada persamaan di atas, keluaran rangkaian penguat arus di hubungkan ke masukan sekunder transformator CT dan keluaran pada gulungan primer transformator pada titik tegangan 220V AC [12].

## 2.7 Daya

Daya listrik sering diartikan sebagai laju hantaran energi listrik pada sirkuit listrik. Satuan standar internasional daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir dalam satuan waktu (joule/detik). Daya listrik dilambangkan huruf P. Pada rangkaian arus DC, daya listrik sesaat dihitung menggunakan hukum Joule. Daya pada sumber DC dinyatakan sebagai berikut :

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots 2.3.$$

Keterangan

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau *Horsepower* (HP), *Horsepower* merupakan satuan daya listrik dimana 1HP setara 746 Watt atau 1 bft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik aktif dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt.

Terdapat tiga macam daya listrik yang digunakan untuk menggambarkan penggunaan energi listrik, yaitu daya nyata atau daya aktif, daya reaktif serta daya semu atau daya kompleks.

Daya nyata atau daya aktif adalah daya listrik yang digunakan secara nyata, misalnya untuk menghasilkan panas, cahaya atau putaran pada motor listrik. Daya nyata dihasilkan oleh beban-beban listrik yang bersifat resistif murni. Besarnya daya nyata sebanding dengan dengan kuadrat arus listrik yang mengalir pada beban resistif dan dinyatakan dalam satuan Watt.

$$P \text{ aktif} = V \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots 2.4.$$

Dimana : P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\cos \varphi$  = Faktor daya

Daya reaktif dinyatakan dengan satuan VAR (*Volt Ampere Reaktif*) adalah daya listrik yang dihasilkan oleh beban-beban yang bersifat reaktansi. Terdapat dua jenis beban reaktansi, yaitu reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif. Beban- beban yang bersifat induktif akan menyerap daya reaktif untuk menghasilkan medan magnet. Contoh beban listrik yang bersifat induktif antara lain transformator, motor induksi satu fasa maupun tiga fasa yang biasanya digunakan untuk menggerakkan kipas angin, pompa air, lift, eskalator, kompresor, konveyor, dan lain-lain. Beban- beban yang bersifat kapasitif akan menyerap daya reaktif untuk menghasilkan medan listrik. Contoh beban yang bersifat kapasitif adalah kapasitor. Besarnya daya reaktif sebanding dengan kuadrat arus listrik yang mengalir pada beban reaktansi [13].

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \dots\dots\dots 2.5.$$

Dimana : Q = Daya Reaktif (KVAr)

S = Daya Semu (KVA)

P = Daya Aktif (KW)

Daya kompleks atau lebih sering dikenal sebagai daya semu dinyatakan dengan satuan VA (*Volt Ampere*) adalah hasil kali antara besarnya tegangan dan arus listrik yang mengalir pada beban, dimana :

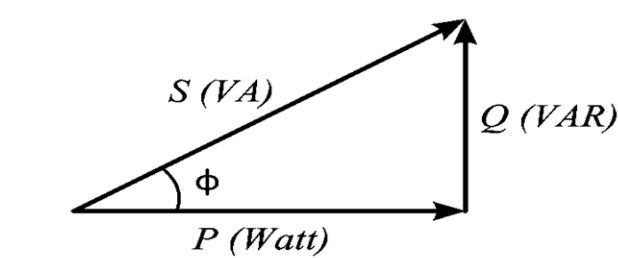
$$S = V \cdot I \dots\dots\dots 2.6.$$

Dimana : S = Daya semu (VA)

V = Tegangan (V)

$$I = \text{Arus (A)}$$

Hubungan ketiga buah daya listrik yaitu daya aktif  $P$ , daya reaktif  $Q$  serta daya kompleks  $S$ , dinyatakan dengan sebuah segitiga, yang disebut segitiga daya seperti, (Gambar 2.7) [14].



**Gambar 2.7 Vektor Segi Tiga Daya**

### 2.7.1 Faktor Daya

Faktor daya ( $\cos \varphi$ ) dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara  $V$  dan  $I$  yang biasanya dinyatakan dalam  $\cos \varphi$ .

$$\text{Faktor Daya} = \text{Daya Aktif (P)} / \text{Daya Nyata (S)}$$

$$= \text{kW/kVA}$$

$$= V.I \cos \varphi / V.I$$

$$= \cos \varphi$$

Faktor daya mempunyai nilai *range* antara 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen (%), faktor daya yang bagus apabila bernilai mendekati satu.

$$\text{Tan} = \text{Daya Reaktif (Q)} / \text{Daya Aktif (P)}$$

$$= \text{kVAR} / \text{kW}$$



Karena komponen daya aktif umumnya (komponen kVA dan kVAR berubah sesuai dengan faktor daya), maka dapat ditulis seperti berikut :

$$\text{Daya Reaktif (Q)} = \text{Daya Aktif (P)} \times \tan \varphi$$

Sebuah contoh, rating kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya sebagai berikut :

$$\text{Daya reaktif pada } PF \text{ awal} = \text{Daya Aktif (P)} \times \tan \varphi_1$$

$$\text{Daya reaktif pada } PF \text{ diperbaiki} = \text{Daya Aktif (P)} \times \tan \varphi_2$$

Sehingga rating kapasitor yang diperlukan untuk memperbaiki faktor daya adalah :

$$\text{Daya reaktif (kVAR)} = \text{Daya Aktif (kW)} \times (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

Beberapa keuntungan meningkatkan paktor daya :

1. Tagihan listrik akan menjadi kecil (PLN akan memberikan denda jika  $pf$  lebih dari 0.85).
2. Kapasitas distribusi sistem tenaga listrik akan meningkat.
3. Mengurangi rugi – rugi daya pada listem
4. Adanya peningkatan tegangan karena daya meningkat

Jika  $pf$  lebih kecil dari 0,85 maka kapasitas daya aktif (kW) yang digunakan akan berkurang. Kapasitas itu akan terus menurun seiring dengan menurunnya  $pf$  sistem kelistrikan, akibat menurunnya  $pf$  maka akan timbul beberapa persoalan diantaranya :

1. Membesarnya penggunaan daya listrik kWH karena rugi – rugi.
2. Membesarnya penggunaan daya listrik kVAR.
3. Mutu listrik menjadi rendah karena jatuh tegangan (*voltage drops*) [13].

## 2.8 Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai tahanan arus yang mengalir pada sebuah rangkaian, resistor juga memiliki satuan “ohm”.

Resistor tetap adalah resistor yang nilai hambatannya tetap dan tidak dapat diubah-ubah nilainya. Resistor tetap memiliki kemampuan daya yang disebut watt. Besar kecilnya kemampuan resistor untuk dilewati arus tergantung dari bahan pembuat resistor itu sendiri. Resistor berdaya kecil (dibawah 2 watt) terbuat dari bahan karbon, sedangkan resistor yang bekerja pada daya besar (2 watt - 50 watt) terbuat dari kawat nikelin. Bentuk fisik resistor tetap dapat dilihat pada gambar 2.7 [15].



**Gambar 2.8 Resistor Tetap**

**Tabel 2.8. Kode Warna Resistor**

Kode Warna	Cicin I	Cicin II	Cicin III	Cicin IV	Cicin V
Hitam	-	0	0		
Coklat	1	1	1	0	1%
Merah	2	2	2	00	2%
Orange	3	3	3	000	
Kuning	4	4	4	0000	
Hijau	5	5	5	00000	
Biru	6	6	6	000000	
Ungu/Violet	7	7	7	0000000	
Abu-abu	8	8	8	00000000	
Putih	9	9	9	000000000	
Emas	-	-	-	0,1	5%
Perak	-	-	-	0,01	10%
Tak Berwarna	-	-	-	-	20%

a. Hijau = 5,- Biru = 6,- Merah = 00,- Emas= 5%

= 5600 Ohm, Toleransi 5%. Atau dibaca

= 5.6k $\Omega$  atau 5k6

b. Merah = 2,-merah = 2,- hitam = 00,-coklat = 1%

= 2200 Ohm, toleransi 1%,

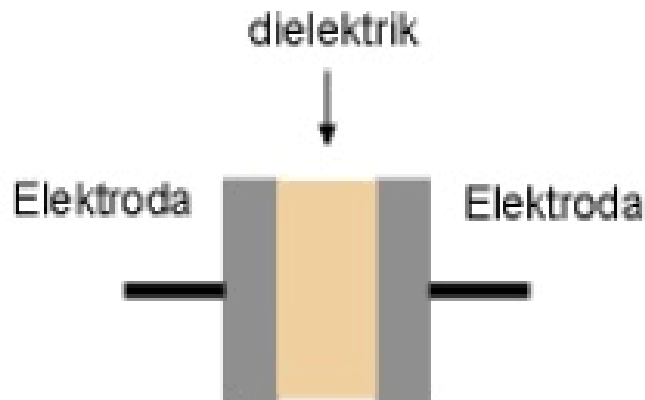
= 22k $\Omega$

## 2.9 Kapasitor

Kapasitor atau sering juga disebut *kondensator* berfungsi menyimpan tenaga listrik untuk sementara. Selain itu, kapasitor juga dimanfaatkan untuk penapisan (*filtering*), penala (*tuning*), pembangkitan gelombang bukan sinus, pengopelan sinyal dari satu rangkaian ke rangkaian lainnya.

Kapasitor adalah peralatan yang digunakan pada instalasi tegangan, terutama untuk memperbaiki faktor daya ( $\cos \phi$ ) sistem tenaga listrik. Dewasa ini, pemakaian kapasitor untuk perbaikan faktor daya semakin ekstensif, karena kapasitor sudah dapat dikendalikan dengan alat-alat elektronik, sehingga nilai kapasitansi kapasitor dapat diperoleh sesuai dengan yang dibutuhkan.

Kapasitor mempunyai dua plat konduktor yang dipisahkan oleh sebuah isolator. Sebuah kapasitansi dari kapasitor adalah seberapa besar kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan listrik. Semakin banyak muatan yang disimpan, makin besar pula kapasitansinya dengan operasi tegangan yang sama. Faktor yang mempengaruhi kapasitansi yaitu luas permukaan plat, jarak antar plat, dan bahan plat. Berikut kontruksi dari kapasitor [16].



**Gambar 2.9 Kontruksi Kapasitor**

Apabila sebuah kapasitor disambungkan ke sebuah sumber listrik DC, elektron-elektron akan berkumpul pada plat yang tersambung ke terminal negatif sumber, maka elektron-elektron ini akan menolak elektron-elektron yang ada pada pelat di seberangnya. Elektron-elektron yang tertolak akan mengalir menuju terminal positif sumber.

Sebuah kapasitor yang disambungkan seperti ini ke sebuah sumber daya dengan seketika akan menjadi bermuatan. Tegangan antara kedua pelatnya adalah sama dengan tegangan sumber daya. Ketika kapasitor tersebut dilepaskan dari sumber daya, kapasitor tetap mempertahankan muatannya. Karena lapisan isolator yang ada pada kapasitor, arus tidak dapat mengalir melewati kapasitor. Kapasitor akan tetap bermuatan hingga waktu yang tidak terbatas. Dengan alasan ini, kapasitor sangat berguna untuk menyimpan muatan listrik.

Kemampuan sebuah kapasitor untuk menyimpan muatan listrik disebut sebagai kapasitansi kapasitor, dengan simbol **C**. Satuan kapasitansi adalah **farad** yang

simbolnya adalah **F**. Satu farad didefinisikan sebagai jumlah muatan listrik yang dapat disimpan (dalam satuan coulomb)/satu volt tegangan [17].

$$C = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots 2.7.$$

Keterangan : C = Kapasitansi

Q = Muatan

V = Tegangan

Kapasitor dengan rating dalam satuan farad, banyak digunakan sebagai sumber listrik ke memori-memori komputer. Akan tetapi, kebanyakan rangkaian elektronika membutuhkan nilai-nilai kapasitansi yang jauh lebih kecil pada satu farad. Satuan-satuan kapasitansi yang paling sering dijumpai pada kapasitor adalah :

- a. **Mikrofarad**, satu persejuta dari satu farad, simbol yang digunakan adalah **mF**.
- b. **Nanofared**, satu perseribu dari satu mikrofared, simbol yang digunakan adalah **nF**.
- c. **Pikofared**, satu perseribu dari satu nanofared, simbol yang digunakan adalah **pF**.

Suatu kapasitor terdiri dari dua pelat logam, dipisahkan dengan lapisan tipis isolator yang disebut dielektrik. Kapasitor memiliki kemampuan menyimpan sejumlah muatan listrik dalam bentuk kelebihan elektron pada satu pelat dan kekurangan elektron pada pelat lainnya. Beda potensial yang dapat muncul diantara pelat-pelat sebuah kapasitor ditentukan oleh tipe dan ketebalan dari medium

dielektrik. Pabrik pembuat kapasitor biasanya menyatakan tegangan kerja maksimum yang aman untuk produk mereka.

#### **2.10. Prinsip kerja kapasitor**

Bila suatu rangkaian tes disusun kapasitor dan saklar pengalih disambungkan ke DC, lampu sinyal hanya akan menyala untuk durasi waktu yang singkat selama kapasitor dimuati. Kapasitor yang dimuati kemudian akan menghalangi aliran arus DC, selanjutnya. Bila saklar pengalih kemudian disambungkan ke DC lampunya akan menyala dengan keterangan penuh karena kapasitor akan dimuati dan melepaskan muatan secara kontiniu sesuai dengan frekuensi suplai. Seakan mengalir melalui kapasitor karena elektron bergerak ke beban dan dari kabel yang menghubungkan pelat kapasitor ke suplai AC [18].

#### **2.11 Baterai (accu)**

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi dan dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan energi listrik melalui proses kimia, baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *revesible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi kimia *revesible* didalam adalah baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam polaritas yang berlawanan didalam sel.

Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan dalam jangka waktu panjang [19].



**Gambar 2.11 Baterai (accu)**

## **2.12 Motor Listrik Satu Fasa**

Alat-alat listrik rumah tangga yang menggunakan motor listrik satu fasa yaitu, motor split fasa, motor kapasitor, motor shaded pole, dan motor universal. Sedangkan jenis motor yang dipakai dalam peralatan rumah tangga biasanya menggunakan



motor listrik satu fasa sebagai penggeraknya adalah seperti fan, blender, mixer, vacuum cleaner, hair dryer, mesin cuci pakaian dan lain sebagainya.

Motor listrik satu fasa sering disebut dengan motor asinkron atau motor tak serempak, karena putaran medan stator tidak sama dengan putaran medan rotor. Putaran sinkron stator ( $n_s$ ) selalu mendahului atau lebih cepat dari putaran medan rotor ( $n_r$ ). Putaran medan stator dihasilkan karena adanya medan putar (fluks yang berputar) yang dihasilkan oleh kumparan stator atau rotor dari motor. Medan putar akan terjadi bila kumparan stator atau rotor dialiri arus listrik dengan fase banyak, misalnya dua fasa, tiga fasa dan sebagainya.

Motor listrik satu fasa bila dihubungkan dengan tegangan bolak balik tidak akan menghasilkan medan putar pada kumparan statornya, tetapi medan pulsasilah yang akan terjadi. Medan pulsasi adalah suatu medan yang punya dua besaran yang sama besar, tetapi berlawanan arah dengan kecepatan sudut yang sama pula. Kedua komponen tersebut akan bergerak berlawanan arah dan dengan kecepatan sudut yang sama, sehingga kedudukannya terhadap ruang seolah-olah tetap (diam). Kedua komponen ini tentunya akan menghasilkan kopel yang sama besar dan berlawanan arah pula. Pada dasarnya, kopel dihasilkan mempunyai kemampuan untuk menggerakkan motor dengan arah maju atau mundur, akan tetapi dalam gerak mulanya kemampuan gerak maju dan gerak mundur sama besar oleh sebab itu motor akan tetap diam. Apabila dengan suatu bantuan gerak mula yang diberikan pada arah maju atau arah mundur, maka motor akan berputar sesuai dengan arah yang diberikan [19].



**Gambar 2.12 Motor Listrik Satu Fasa**

### **2.13 Teori Loop**

Analisa loop adalah arus yang mengalir dalam lintasan tertutup, arus loop yang sebenarnya tidak dapat diukur. Pada analisa loop menggunakan hukum kirchoff II / KVL dimana jumlah tegangan pada suatu lintasan tertutup sama dengan nol atau arus merupakan parameter yang tidak diketahui. Analisa ini dapat diterapkan pada sumber searah / DC maupun sumber arus bolak – balik / AC.

Dalam analisa loop arah arus dapat dipilih bebas tetapi harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- a. Apabila arah arusnya sama dengan arah tegangan maka arus dianggap positif (+).
- b. Apabila hasil perhitungan ternyata arus mempunyai tanda negatif (-) berarti arah arus berlawanan dengan sumber tegangan [27].

## **BAB III**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian dan perancangan serta penyelesaian penulisan laporan tugas akhir “Analisis rangkaian inverter 12V DC -220V AC dengan sumber panel surya pada beban motor listrik satu fasa” dilakukan dilaboratorium teknik elektro fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara terhitung mulai tanggal 04 juli – 29 agustus 2018.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

- a. Satu unit komputer
- b. Inverter 12V DC – 220V AC
- c. Multimeter
- d. Ampere Meter
- e. Tang Ampere
- f. Power Meter

#### **3.3 Jenis Data Penelitian**

##### **1. Data Primer**

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari peninjauan dan pengukuran di lapangan atau survey langsung dilapangan.

## 2. Data Sekunder

Merupakan penunjang dari hasil penelitian yang diperoleh dari lapangan. Pengumpulan data sekunder diambil dari kantor-kantor instansi pemerintahan, lembaga penelitian dan studi yang telah ada sebelumnya. Data tersebut berupa buku-buku, jurnal atau laporan.

### 3.4 Sumber Data

Dalam menyusun suatu penelitian diperlukan langkah-langkah yang benar sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun beberapa metode yang digunakan dalam penelitian ini. Data-data dalam melakukan penelitian ini yang diperlukan dalam proses pembuatan laporan ini diperoleh dari :

#### 1. Obsevasi

Pengambilan data yang sesuai dengan lokasi penelitian untuk selanjutnya dianalisis.

#### 2. Studi pustaka

Metode ini dilakukan dengan membaca buku-buku dan jurnal terkini sesuai dengan penelitian yang dilakukan serta mencari data yang diperlukan mengenai hal-hal atau materi yang dianalisa.

#### 3. Bimbingan

Metode ini dilakukan dengan cara meminta bimbingan untuk hal yang berkaitan dengan analisa dari penelitian ini dari pembimbing, baik dosen maupun dilapangan.

### 3.5 Jalannya Penelitian

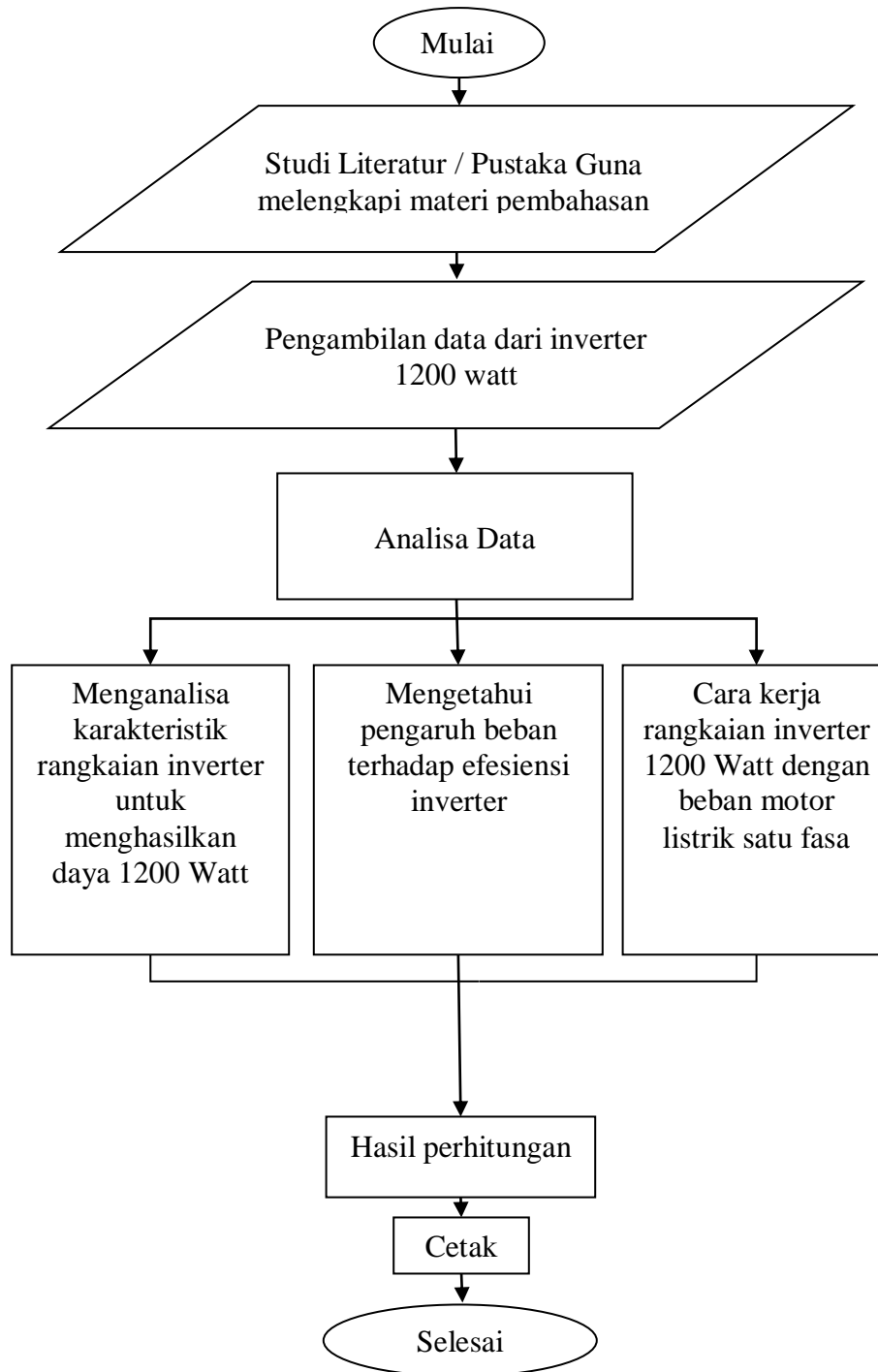
Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan tema permasalahan yang akan diteliti dengan cara melakukan studi pustaka guna memperoleh berbagai teori-teori dan konsep yang akan mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Mencari data dari pengujian *inverter* sehingga didapatkan data yang dibutuhkan untuk diolah pada bab selanjutnya.

### 3.6 Spesifikasi Inverter 12V DC 220V AC

Spesifikasi	Keterangan
Merek	Sumura
Kekuatan Puncak	1200W
Nilai Daya	100W/1200W
Keluaran	Pure Sine Wave
Tegangan Keluaran	220V/240V
Frekuensi Keluaran	50 Hz
Konversi Efisiensi Maksimum	94 %
Nilai Tegangan	12 V
Input Arus Maksimum	52 A
Nilai Tegangan Masuk	12 V
Keluaran Pending Sirkuit Pendek	Lampu Warna Merah
Keluaran Berlebihan	Lampu Warna Hijau
Keluaran USB	5V100Ma
Pending Cadangan Baterai	Sekring Proteksi
Ukuran Produk	225x95x55 mm

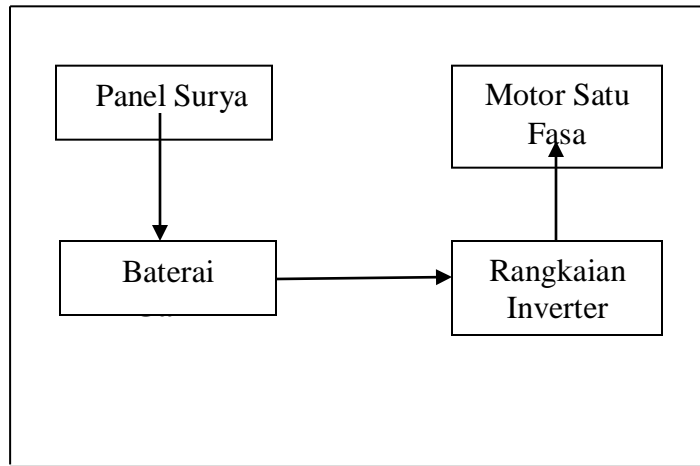
### 3.7 Flowcart Penelitian



**Gambar 3.7.1 Forward Penelitian**

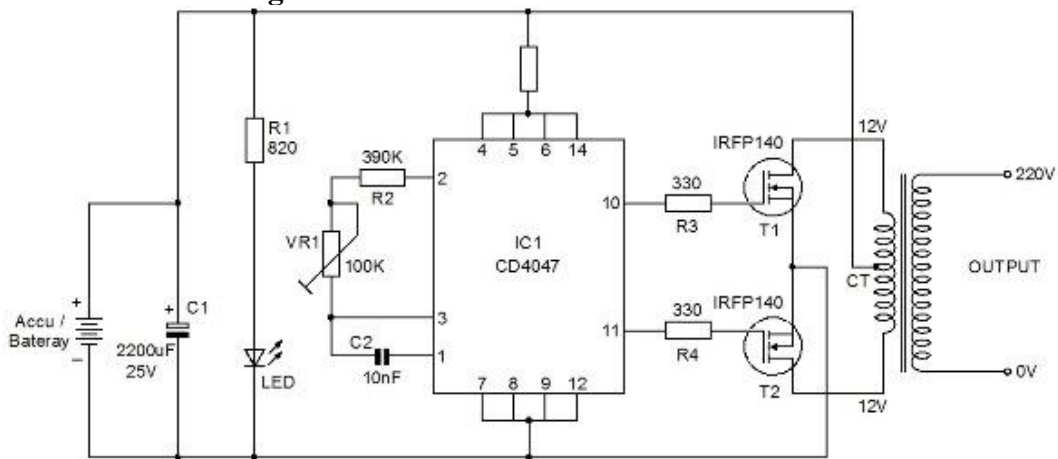
### 3.8 Gambar Blok Diagram Pengujian

Adapun gambar blok diagram pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



**Gambar 3.8.1 Bagan Rangkaian**

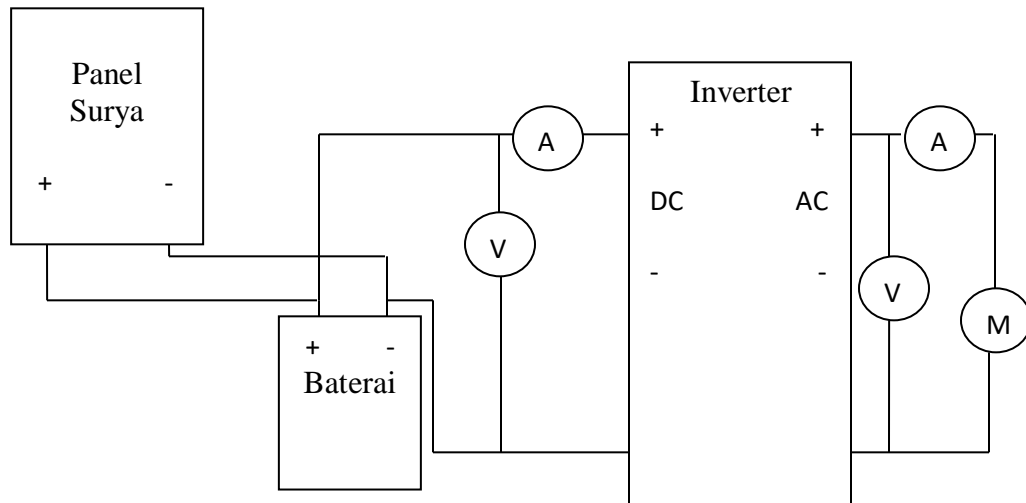
### 3.9 Gambar Rangkaian Inverter



**Gambar 3.9.1 Rangkaian Inverter**

### 3.10 Gambar Skema Rangkaian

Adapun gambar skema pengujian rangkaian inverter adalah sebagai berikut :



**Gambar 3.10.1 Skema Pengujian Inverter Dengan Beban**

### 3.11 Gambar Hasil Percobaan Pada Rangkaian Inverter



**Gambar 3.11.1 Percobaan Rangkaian Inverter**

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan tegangan (V), arus (I) dan  $\cos \varphi$  keluaran dari inverter maka pastikan beban terhubung ke ampere meter sehingga ampere meter dapat membaca keluaran inverter tersebut.



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Karakteristik Inverter**

Inverter adalah rangkaian elektronika yang dapat mengkonversi tegangan arus searah menjadi tegangan bolak-balik. Efisiensi adalah parameter yang sangat penting saat memilih inverter, supaya energi yang maksimalnya dapat disalurkan ke beban. Karena, energi yang kurang maksimal sangat mempengaruhi komponen yang ada didalam rangkaian inverter pada saat diberikan beban. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan, dilakukan pengukuran tegangan (V), arus (I) dan  $\cos \varphi$  pada output dari rangkaian inverter, agar memperoleh sejumlah tegangan yang memadai dari output inverter tergantung pada sel surya dan baterai, apabila output dari sel surya tidak stabil akan memperlambat pengisian baterai maka inverter tidak bisa menghasilkan tegangan maksimum.

## 4.2 Analisa Data Yang Dihasilkan Inverter

Analisis yang dilakukan pada skripsi ini adalah menganalisa data yang dihasilkan inverter dengan beban motor listrik satu fasa. Hasil yang didapatkan tertera pada gambar ampere meter dibawah ini :

**Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran**

Satuan	Sebelum Berbeban	Kecepatan Satu	Kecepatan Dua	Kecepatan Tiga
VOLTS	219,5 V	217,8 V	217,8 V	218,3 V
AMPS	0,00 A	0,15 A	0,15 A	0,17 A
FREQ	50,7 Hz	50,7 Hz	50,6 Hz	50,6 Hz
PF	0,000	0,910	0,988	0,971
POWER	0,00 W	29,68 W	32,23 W	36,06 W
POWER	0,00 VA	32,67 VA	2,67 VA	37,11 VA

Berdasarkan tabel diatas data hasil pengukuran dari output inverter menunjukkan bahwa hasil pengukuran sebelum berbeban terlihat nilai Power Faktornya adalah 0,00 W, disebabkan karena tidak adanya arus / ampere. Ketika inverter di berikan beban (kipas angin) pada posisi kecepatan satu maka terlihat perubahan nilai Power Faktornya 0,910 W, dan arusnya 0,15 A. Dan kemudian kecepatan beban (kipas angin) ditambah pada posisi kecepatan dua terlihat nilai Power Faktornya meningkat menjadi 0,988 W, kemudian nilai arusnya sama dengan pada posisi kecepatan satu yaitu 0,15 A. Kemudian kecepatan beban (kipas angin) ditambah pada posisi kecepatan tiga terlihat nilai Pwer Faktornya menurun menjadi 0,971 W, dan arusnya meningkat sebesar 0,17 A. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar daya yang diberikan maka semakin besar pula arus yang dikeluarkan dari output inverter.

### **1. Perhitungan pada Posisi Kecepatan Satu Dari Kipas Angin**

Berdasarkan tabel hasil pengukuran diatas dapat dihitung pengaruh faktor daya pada efisiensi inverter dengan menggunakan persamaan berikut :

#### **Perhitungan Dari Pout Saat Terhubung Pada Beban Kipas Angin**

$$\begin{aligned}P &= V \times I \times \cos \varphi \\&= 217,8 \times 0,15 \times \cos (0,910) \\&= 217,8 \times 0,15 \times 0,99\end{aligned}$$

$$P_{out} = 32,34 \text{ W}$$

#### **Perhitungan Dari Pada Pin**

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 12,8 \times 3,51\end{aligned}$$

$$P_{in} = 44,92 \text{ W}$$

Adapun untuk mendapatkan efisiensi dari rangkaian inverter digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}n &= \frac{P_{out}}{P_{IN}} \times 100\% \\&= \frac{32,34}{44,92} \times 100\% \\&= 71,99\%\end{aligned}$$

### **2. Perhitungan pada Posisi Kecepatan Dua Dari Kipas Angin**

Berdasarkan tabel hasil pengukuran diatas dapat dihitung pengaruh faktor daya pada efisiensi inverter dengan menggunakan persamaan berikut :

#### **Perhitungan Dari Pout Saat Terhubung Pada Beban Kipas Angin**

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \times \cos \varphi \\
 &= 217,8 \times 0,15 \times \cos (0,988) \\
 &= 217,8 \times 0,15 \times 0,99
 \end{aligned}$$

$$P_{out} = 32,34 \text{ W}$$

### **Perhitungan Dari Pada Pin**

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 12,8 \times 3,51
 \end{aligned}$$

$$P_{in} = 44,92 \text{ W}$$

Adapun untuk mendapatkan efisiensi dari rangkaian inverter digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{P_{out}}{P_{IN}} \times 100\% \\
 &= \frac{32,34}{44,92} \times 100\% \\
 &= 71,99\%
 \end{aligned}$$

### **3. Perhitungan Pada Posisi Kecepatan Tiga Dari Kipas Angin**

Berdasarkan tabel hasil pengukuran diatas dapat dihitung pengaruh faktor daya pada efisiensi inverter dengan menggunakan persamaan berikut :

#### **Perhitungan Dari Pout Saat Terhubung Pada Beban Kipas Angin**

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \times \cos \varphi \\
 &= 218.3 \times 0.17 \times \cos(0.971) \\
 &= 218,3 \times 0,17 \times 0,99
 \end{aligned}$$

$$P_{out} = 36,73 \text{ W}$$

### Perhitungan Dari Pada Pin

$$P = V \times I$$

$$= 12,8 \times 3,51$$

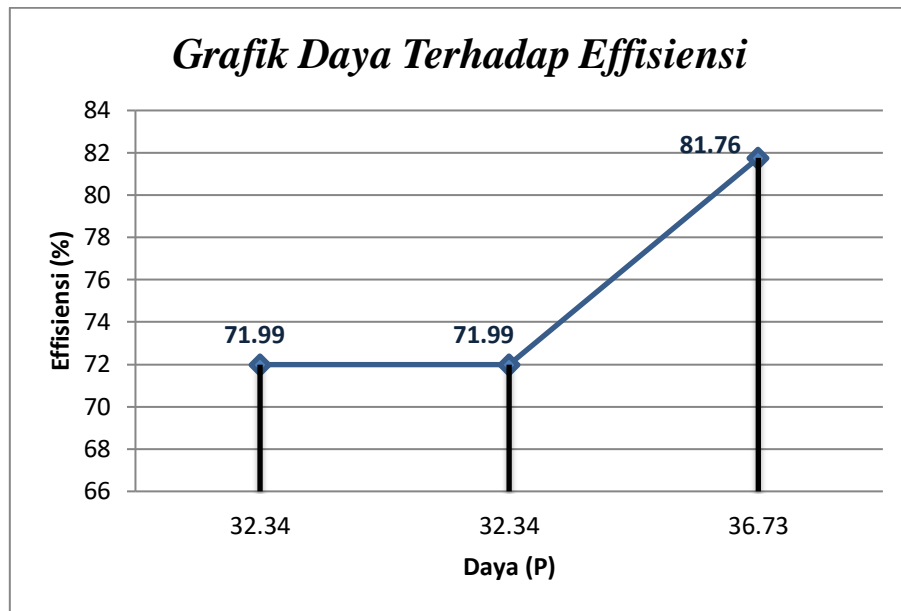
$$P_{in} = 44,92 \text{ W}$$

Adapun untuk mendapatkan efisiensi dari rangkaian inverter digunakan persamaan sebagai berikut :

$$n = \frac{P_{out}}{P_{IN}} \times 100\%$$

$$= \frac{36,73}{44,92} \times 100\%$$

$$= 81,76\%$$



**Gambar 4.2.1 Grafik Response Daya Yang Dihasilkan Inverter**

Dari gambar grafik diatas dapat disimpulkan bahwa beban sangat mempengaruhi daya dan efisiensi pada inverter, apabila beban ditambah maka efisiensinya akan meningkat sebesar 71,99% sampai dengan 81,76%. Kemudian efisiensi maksimum dari inverter sebesar 94%, dan daya puncak berkisar sebesar 32,34 W sampai dengan 36,73 W.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan adalah sebagai berikut :

1. Inverter adalah rangkaian elektronika yang dapat mengkonversi tegangan arus searah menjadi tegangan bolak-balik. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan, dilakukan pengukuran tegangan (V), arus (I) dan  $\cos \varphi$  pada output dari rangkaian inverter, agar memperoleh sejumlah tegangan yang memadai dari output inverter tergantung pada sel surya dan baterai, apabila output dari sel surya tidak stabil akan memperlambat pengisian baterai maka inverter tidak bisa menghasilkan tegangan maksimum.
2. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan dapat disimpulkan bahwa beban sangat mempengaruhi daya dan efisiensi pada inverter, apabila beban ditambah maka efisiensinya akan meningkat sebesar 71,99% sampai dengan 81,76%. Kemudian efisiensi maksimum dari inverter sebesar 94%, dan daya puncak berkisar sebesar 32,34 W sampai dengan 36,73 W.
3. Efisiensi adalah parameter yang sangat penting saat memilih inverter, supaya energi yang maksimalnya dapat disalurkan ke beban. Karena, energi yang kurang maksimal sangat mempengaruhi komponen yang ada didalam rangkaian inverter pada saat diberikan beban. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan, dilakukan pengukuran tegangan (V), arus (I) dan  $\cos \varphi$

pada output dari rangkaian inverter, agar memperoleh sejumlah tegangan yang memadai dari output inverter tergantung pada sel surya dan baterai, apabila output dari sel surya tidak stabil akan memperlambat pengisian baterai maka inverter tidak bisa menghasilkan tegangan maksimum.

## **5.2 Saran**

Adapun saran berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan adalah sebagai berikut :

1. Penambahan kapasitas daya inverter tersebut akan lebih sempurna karena dapat diaplikasikan oleh masyarakat.
2. Penggunaan kontrol dan konverter DC ke DC pada rangkaian inverter maka tegangan akan lebih konstan dan maksimal.
3. Penambahan trafo dan MOSFET pada rangkaian inverter akan memurnikan daya keluaran dari rangkaian inverter.



## Daftar Pustaka

- [1] S. N. Hutagalung, M. Panjaitan, and I. Pendahuluan, "Prototype Rangkaian Inverter Dc Ke Ac 900 Watt," vol. 16, no. July, pp. 278–280, 2017.
- [2] B. Prio and E. Nurcahyo, "Analisis Hemat Energi Pada Inverter Sebagai Pengatur Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa," vol. 01, no. September, pp. 8–16, 2017.
- [3] Z. Tharo, A. P. U. Siahaan, and N. Evalina, "Improvisation Analysis of Reactive Power Energy Saving Lamps Based on Inverter," *Int. J. Eng. Tech.*, vol. 2, no. 5, pp. 141–145, 2016.
- [4] E. R. Pramithasari, J. Teknik, R. Dan, T. Udara, and P. N. Bandung, "ANALISIS PERFORMANSI AC SPLIT INVERTER 1PK LG."
- [5] L. Halim, "Perancangan dan Implementasi Solar Inverter dengan Pencatatan Daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Disusun Oleh : Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan," no. Iii, 2017.
- [6] R. Assitant and H. Technology, "Design and Development of Multi Level," *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 1391–1395, 2014.
- [7] S. Y. Panggabean, "Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Menggunakan Teknik High Voltage Pwm ( Pulse Width Modulation )," *Ranc. Bangun Invert. Satu Fasa Menggunakan Tek. High Volt. PWM (Pulse Width Modul. Subas.*, vol. 11, no. 2, pp. 1–9, 2017.
- [8] P. N. Bandung, "Jurnal Teknologi Elektro , Universitas Mercu Buana PENGEMBANGAN KONTROL PENINGKATAN DAYA LISTRIK RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN ON / OFF GRID TIE INVERTER Hartono BS Jurusan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung Sapto Prayogo Jurusan Teknik Konversi Energi ISSN : 2086 - 9479," vol. 8, no. 3, pp. 192–199, 2017.
- [9] A. A. Adam, "Rangkaian inverter satu fasa berdasarkan perubahan frekuensi untuk pengendalian kecepatan motor capasitor," vol. 14, no. 1, pp. 44–59, 2015.
- [10] S. Nilai *et al.*, "Jurnal Teknologi," vol. 7, no. 002, 2008.

- [11] E. A. T. Yuwono and M. Facta, "Inverter Multi Level Tipe Jembatan Satu Fasa Tiga Tingkat," *Transmisi*, vol. 13, no. 4, pp. 135–140, 2011.
- [12] M. Computing, "An Effective Method over Z-Source Inverter to Reduce Voltage Stress through T-Source Inverter," vol. 4, no. 3, pp. 618–625, 2015.
- [13] A. H. M. Nordin, A. M. Omar, and H. Zainuddin, "Modeling and Simulation of Grid Inverter in Grid- Connected Photovoltaic System," *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 949–957, 2014.
- [14] D. Kumar and Z. Husain, "A comparative study of z-source inverter fed three-phase IM drive with CSI and VSI fed IM," *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 3, no. 3, pp. 259–270, 2013.
- [15] S. Ghosh and S. Mahanty, "Single Phase Multilevel Inverters with Simple Control Strategy Using MATLAB," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 02, no. 07, 2015.
- [16] J. R. Ray and N. A. Patel, "Interface of Inverter with Grid," vol. V, no. I, pp. 179–183, 2018.
- [17] L. R. Aliyan, R. N. Hasanah, and M. A. Muslim, "Desain Inverter Tiga Fasa dengan Minimum Total Harmonic Distortion Menggunakan Metode SPWM," *J. EECCIS*, vol. 8, no. 1, pp. 79–84, 2014.
- [18] Eka Maulana, "Teori Dasar MOSFET," [Http://Maulana.Lecture.Ub.Ac.Id/](http://Maulana.Lecture.Ub.Ac.Id/), pp. 1–34, 2014.
- [19] I. Sayekti, "Rancang bangun modul inverter gelombang sinus menggunakan LPF orde dua sebagai pengubah gelombang kotak menjadi sinus," vol. 11, no. 2, pp. 96–103, 2015.
- [20] A. Belly, C. Agusman, and B. Lukman, "Daya aktif, reaktif & nyata," 2010.
- [21] B. A. B. Ii and T. Pustaka, "No Title," no. 2013, pp. 5–28.
- [22] I. T. Umum, "Resistor dan hukum ohm," pp. 1–56.
- [23] E. Dasar, "105J 1.," pp. 1–9, 1867.
- [24] A. K. K. Sejajar, "No Title," 1991.
- [25] S. Figure, "No Title No Title\_2015," no. c, pp. 1–4.
- [26] B. A. B. Ii and L. Teori, "No Title," pp. 5–17.

- [27] P. Iv, "Pertemuan Iv Analisa Loop ( Mesh Analysis )," pp. 1–7, 2006.

## BIODATA

Pend. Terakhir : S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah

Sumatera Utara



Nama : AHMAD MALIK  
Npm : 1407220003  
Telp/Hp : 0823-0458-3417  
Email : Ahmadmalikhasibuan@gmail.com

---

### I. Data Pribadi

Nama : Ahmad Malik  
Tempat/Tgl. Lahir : Handis Julu, 30 Agustus 1994  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Nama Ayah : Muhammad Soleh Hsb  
Ibu : Nirwana Siregar

### II. Pendidikan

SDN 100900 Sibuhuan Jae	2003 s/d 2008
MTS NU Sibuhuan	2008 s/d 2010
SMK N1 Barumon	2010 s/d 2013
S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik UMSU	2014 s/d 2018

Medan, September 2018

Ahmad Malik

# **Analisa Rangkaian Inverter 12V DC – 220V AC Dengan Sumber Panel Surya Pada Beban Motor Listrik Satu Fasa**

Ahmad Malik<sup>1</sup>, Noorly Evalina<sup>2</sup>, Partaonan Harahap<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

<sup>2,3</sup>Dosen Pembimbing Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Medan

Email: [Ahmadmalikhasibuan@gmail.com](mailto:Ahmadmalikhasibuan@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti baterai, panel surya / solar sel menjadi AC. Keluaran inverter dapat berupa tegangan yang dapat diatur dan tegangan yang tetap, Efisiensi adalah parameter yang sangat penting saat memilih inverter, supaya energi yang maksimalnya dapat disalurkan ke beban. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan, dilakukan pengukuran tegangan (V), arus (I) dan  $\cos \phi$  pada output dari rangkaian inverter. Apabila beban ditambah maka efisiensinya akan meningkat sebesar 71,99% sampai dengan 81,76%. Kemudian efisiensi maksimum dari inverter sebesar 94%, dan daya puncak berkisar sebesar 32,34 W sampai dengan 36,73 W.

**Kata Kunci :** Inverter, Efisiensi inverter, Daya inverter

## **ABSTRACT**

*An inverter is an electrical device used to convert direct voltage (DC) to alternating voltage (AC). Inverters convert DC from devices such as batteries, solar panels to AC. The inverter output can be an adjustable voltage and a fixed voltage. Efficiency is a very important parameter when choosing an inverter, so that the maximum energy can be channeled to the load. To find out the capacity of the power produced, voltage (V), current (I) and  $\cos \phi$  are measured at the output of the inverter circuit. If the burden is added, the efficiency will increase by 71.99% to 81.76%. Then the maximum efficiency of the inverter is 94%, and peak power ranges from 32.34 W to 36.73 W.*

*Keywords: Inverter, inverter efficiency, Power inverter*

## **I. PENDAHULUAN**

Inverter adalah perangkat elektrik yang di gunakan untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti baterai, panel surya / solar cell menjadi AC. . Komponen semikonduktor daya yang di gunakan dapat berupa SCR, transistor dan mosfet yang beroperasi sebagai saklar dan pengubah. Inverter dapat di

klasifikasikan dalam dua jenis yaitu, inverter satu fasa dan inverter tiga fasa. Setiap inverter tersebut dapat di kelompokkan dalam empat kategori di tinjau dari jenis rangkaian komutasi pada SCR yaitu, modulasi lebar pulsa, inverter resonansi, inverter komutasi bantu dan inverter komutasi komplemen [1].

Salah satu penunjang dalam kehidupan manusia modern adalah listrik, dimana

listrik sudah menjadi kebutuhan primer untuk beraktifitas dan berproses produksi. Karena kebutuhan listrik yang semakin meningkat dan sumber daya listrik kurang memadai, maka dibutuhkan cara untuk menghemat energi [2]. Untuk mengatasi hilangnya daya, kita membutuhkan alat yang mampu memasok daya tegangan sumber. Salah satu alatnya adalah inverter, sehingga penulis bertujuan (menganalisis rangkaian inverter 12V DC – 220V AC dengan sumber panel surya pada beban motor satu fasa). Metode yang digunakan adalah dengan mengukur bersama dengan analisis perhitungan beban yang diberikan [3]. Inverter adalah sebuah teknologi yang digunakan oleh para produsen untuk menghemat konsumsi daya listrik. Inverter dapat menghemat konsumsi daya energi listrik karena inverter dapat meminimalkan putaran motor sehingga arus yang digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan [4]. Inverter merupakan salah satu komponen utama pada sistem PLTS agar dapat menghasilkan daya yang dapat dikonsumsi oleh beban-beban yang ada. Inverter berperan untuk mengubah listrik DC, yang *intermittent* dari PLTS menjadi AC untuk suplai ke arah beban. Hal ini menjadikan inverter beserta sistem kendali untuk menghasilkan AC yang diinginkan merupakan hal yang esensial pada sistem PLTS [5].

## II. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 INVERTER

Inverter adalah merubah tegangan DC dari akumulator menjadi tegangan AC yang berupa sinyal sinus setelah melalui pembentukan gelombang dan rangkaian filter. Tegangan output yang

di hasilkan harus stabil baik amplitudo tegangan maupun frekuensi tegangan yang di hasilkan, distorsi yang rendah, tidak terdapat tegangan transien serta tidak dapat di interupsi oleh suatu keadaan [1]. Dalam kebanyakan pemakaian daya, maka SCR melakukan fungsi kontak penghubung S (saklar) yang di operasikan secara periodik. Frekuensi gelombang kuadrat resultan tersebut hanyalah merupakan fungsi dari kecepatan penggantian (switching rate), sehingga frekuensi AC dalam beban dapat di ubah [2]. . Jenis sistem kontrol yang diuji ialah PID / CDM dan pengendali instan dirancang dengan menggunakan diskrit dan juga termasuk desain filter output menunjukkan bahwa loop kontrol ditambahkan dengan pengontrol yang berulang dan juga variable input tambahan (arus) dari kontroler harus digunakan untuk menurunkan THD tegangan pada beban nonlinier. Hasil verifikasi eksperimental akan ditampilkan [8].

### 2.2 Prinsip Kerja Inverter

Inverter digunakan untuk mengubah tegangan input DC menjadi tegangan output AC. Keluaran inverter dapat berupa tegangan yang dapat di atur dan tegangan yang tetap. Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan baterai, cell bahan bakar, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Prinsip kerja inverter dapat di jelaskan dengan menggunakan 4 saklar seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.2. Bila saklar S1 dan S2 dalam kondisi ON maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah saklar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. Inverter biasanya menggunakan

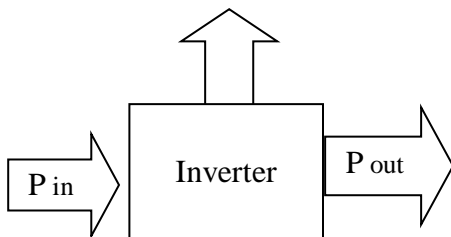
rangkaian modulasi lebar pulsa (pulse witch modulation – PWM) [9] [10].

### 2.3 Efisiensi

Efisiensi menggambarkan efektifitas inverter mengkonversikan besaran DC menjadi besaran AC. Aliran daya inverter dapat di lihat pada gambar 2.4.

$$n = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.1.$$

Rugi-rugi



**Gambar 2.4 Aliran Daya Pada Inverter**

### 2.5 Daya

Daya listrik sering diartikan sebagai laju hantaran energi listrik pada sirkuit listrik. Satuan standar internasional daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir dalam satuan waktu (joule/detik). Daya listrik dilambangkan huruf P. Pada rangkaian arus DC, daya listrik sesaat dihitung menggunakan hukum Joule. Daya pada sumber DC dinyatakan sebagai berikut :

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots 2.3.$$

Keterangan

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik

biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau *Horsepower* (HP), *Horsepower* merupakan satuan daya listrik dimana 1HP setara 746 Watt atau 1 bft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik aktif dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt.

Terdapat tiga macam daya listrik yang digunakan untuk menggambarkan penggunaan energi listrik, yaitu daya nyata atau daya aktif, daya reaktif serta daya semu atau daya kompleks.

Daya nyata atau daya aktif adalah daya listrik yang digunakan secara nyata, misalnya untuk menghasilkan panas, cahaya atau putaran pada motor listrik. Daya nyata dihasilkan oleh beban-beban listrik yang bersifat resistif murni. Besarnya daya nyata sebanding dengan dengan kuadrat arus listrik yang mengalir pada beban resistif dan dinyatakan dalam satuan Watt.

$$P \text{ aktif} = V \times I \times \cos\phi \dots\dots\dots 2.4.$$

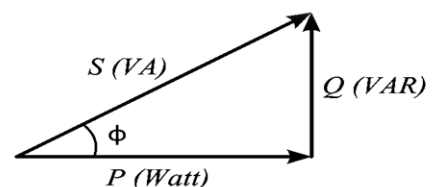
Dimana : P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\cos \phi$  = Faktor daya

Daya reaktif dinyatakan dengan satuan VAR (*Volt Ampere Reaktif*) adalah daya listrik yang dihasilkan oleh beban-beban yang bersifat reaktansi. Terdapat dua jenis beban reaktansi, yaitu reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif. Beban- beban yang bersifat induktif akan menyerap daya reaktif untuk menghasilkan medan magnet. Contoh beban listrik yang bersifat induktif antara



lain transformator, motor induksi satu fasa maupun tiga fasa yang biasanya digunakan untuk menggerakkan kipas angin, pompa air, lift, eskalator, kompresor, konveyor, dan lain-lain. Beban-beban yang bersifat kapasitif akan menyerap daya reaktif untuk menghasilkan medan listrik. Contoh beban yang bersifat kapasitif adalah kapasitor. Besarnya daya reaktif sebanding dengan kuadrat arus listrik yang mengalir pada beban reaktansi [13].

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \dots\dots\dots 2.5.$$

Dimana :

$Q$  = Daya Reaktif (KVAr)

$S$  = Daya Semu (KVA)

$P$  = Daya Aktif (KW)

Daya kompleks atau lebih sering dikenal sebagai daya semu dinyatakan dengan satuan VA (*Volt Ampere*) adalah hasil kali antara besarnya tegangan dan arus listrik yang mengalir pada beban, dimana :

$$S = V \cdot I \dots\dots\dots 2.6.$$

Dimana :

$S$  = Daya semu (VA)

$V$  = Tegangan (V)

$I$  = Arus (A)

Hubungan ketiga buah daya listrik yaitu daya aktif  $P$  , daya reaktif  $Q$  serta daya kompleks  $S$ , dinyatakan dengan sebuah segitiga, yang disebut segitiga daya seperti, (Gambar 2.7) [14].

**Gambar 2.7 Vektor Segi Tiga Daya**

	Sebelum	Kecepatan	Kecepatan	Kecepatan
Satuan	Berbeban	Satu	Dua	Tiga
VOLTS	219,5 V	217,8 V	217,8 V	218,3 V
AMPS	0,00 A	0,15 A	0,15 A	0,17 A
FREQ	50,7 Hz	50,7 Hz	50,6 Hz	50,6 Hz
PF	0,000	0,910	0,988	0,971
POWER	0,00 W	29,68 W	32,23 W	36,06 W
POWER	0,00 VA	32,67 VA	2,67 VA	37,11 VA

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Percobaan Rangkaian Inverter

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan tegangan (V), arus (I) dan  $\cos \phi$  keluaran dari inverter maka pastikan beban terhubung ke ampere meter sehingga ampere meter dapat membaca keluaran inverter tersebut.



**Gambar 3.1 Percobaan Rangkaian Inverter**

#### 3.2 Data Hasil Percobaan Rangkaian Inverter

### IV. HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Karakteristik Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronika yang dapat mengkonversi tegangan arus searah menjadi tegangan bolak-balik. Efisiensi adalah parameter yang sangat penting saat memilih inverter, supaya energi yang maksimalnya dapat disalurkan kebeban. Karena, energi yang kurang maksimal sangat mempengaruhi komponen yang ada didalam rangkaian inverter pada saat diberikan beban. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan, dilakukan pengukuran tegangan (V), arus (I) dan  $\cos \phi$  pada output dari rangkaian inverter, agar memperoleh sejumlah tegangan yang memadai dari output inverter tergantung pada sel surya dan baterai, apabila output dari



sel surya tidak stabil akan memperlambat pengisian baterai maka inverter tidak bisa menghasilkan tegangan maksimum.

#### 4.2 Perhitungan Analisa Data

##### 1. Perhitungan pada Posisi Kecepatan Satu Dari Kipas Angin

Berdasarkan tabel hasil pengukuran diatas dapat dihitung pengaruh faktor daya pada efisiensi inverter dengan menggunakan persamaan berikut :

##### Perhitungan Dari Pout Saat Terhubung Pada Beban Kipas Angin

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \varphi \\ &= 217,8 \times 0,15 \times \cos (0,910) \\ &= 217,8 \times 0,15 \times 0,99 \\ P_{out} &= 32,34 \text{ W} \end{aligned}$$

##### Perhitungan Dari Pada Pin

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 12,8 \times 3,51 \\ P_{in} &= 44,92 \text{ W} \end{aligned}$$

Adapun untuk mendapatkan efisiensi dari rangkaian inverter digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} n &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{32,34}{44,92} \times 100\% \\ &= 71,99\% \end{aligned}$$

##### 3. Perhitungan pada Posisi Kecepatan Dua Dari Kipas Angin

Berdasarkan tabel hasil pengukuran diatas dapat dihitung pengaruh faktor daya pada efisiensi inverter dengan menggunakan persamaan berikut :

##### Perhitungan Dari Pout Saat Terhubung Pada Beban Kipas Angin

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \varphi \\ &= 217,8 \times 0,15 \times \cos (0,988) \\ &= 217,8 \times 0,15 \times 0,99 \end{aligned}$$

$$P_{out} = 32,34 \text{ W}$$

##### Perhitungan Dari Pada Pin

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 12,8 \times 3,51 \\ P_{in} &= 44,92 \text{ W} \end{aligned}$$

Adapun untuk mendapatkan efisiensi dari rangkaian inverter digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} n &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{32,34}{44,92} \times 100\% \\ &= 71,99\% \end{aligned}$$

##### 3. Perhitungan Pada Posisi Kecepatan Tiga Dari Kipas Angin

Berdasarkan tabel hasil pengukuran diatas dapat dihitung pengaruh faktor daya pada efisiensi inverter dengan menggunakan persamaan berikut :

##### Perhitungan Dari Pout Saat Terhubung Pada Beban Kipas Angin

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \varphi \\ &= 218,3 \times 0,17 \times \cos(0,971) \\ &= 218,3 \times 0,17 \times 0,99 \\ P_{out} &= 36,73 \text{ W} \end{aligned}$$

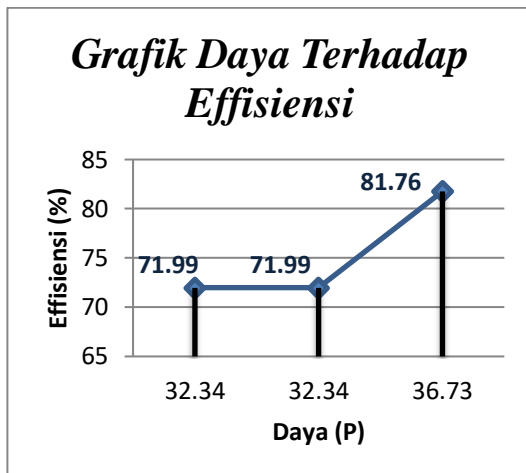
##### Perhitungan Dari Pada Pin

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 12,8 \times 3,51 \\ P_{in} &= 44,92 \text{ W} \end{aligned}$$

Adapun untuk mendapatkan efisiensi dari rangkaian inverter digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} n &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{36,73}{44,92} \times 100\% \\ &= 81,76\% \end{aligned}$$

#### 4.3 Grafik Percobaan



**Gambar 4.2.1 Grafik Response Daya Yang Dihasilkan Inverter**

Dari gambar grafik diatas dapat disimpulkan bahwa beban sangat mempengaruhi daya dan efisiensi pada inverter, apabila beban ditambah maka efisiensinya akan meningkat sebesar 71,99% sampai dengan 81,76%. Kemudian efisiensi maksimum dari inverter sebesar 94%, dan daya puncak berkisar sebesar 32,34 W sampai dengan 36,73 W.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

4. Inverter adalah rangkaian elektronika yang dapat mengkonversi tegangan arus searah menjadi tegangan bolak-balik. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan, dilakukan pengukuran tegangan (V), arus (I) dan  $\cos \phi$  pada output dari rangkaian inverter, agar memperoleh sejumlah tegangan yang memadai dari output inverter tergantung pada sel surya dan baterai, apabila output dari sel surya tidak stabil akan memperlambat pengisian baterai maka inverter tidak bisa menghasilkan tegangan maksimum.

5. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan dapat disimpulkan bahwa beban sangat mempengaruhi daya dan efisiensi pada inverter, apabila beban ditambah maka efisiensinya akan meningkat sebesar 71,99% sampai dengan 81,76%. Kemudian efisiensi maksimum dari inverter sebesar 94%, dan daya puncak berkisar sebesar 32,34 W sampai dengan 36,73 W.

6. Efisiensi adalah parameter yang sangat penting saat memilih inverter, supaya energi yang maksimalnya dapat disalurkan ke beban. Karena, energi yang kurang maksimal sangat mempengaruhi komponen yang ada didalam rangkaian inverter pada saat diberikan beban. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan, dilakukan pengukuran tegangan (V), arus (I) dan  $\cos \phi$  pada output dari rangkaian inverter, agar memperoleh sejumlah tegangan yang memadai dari output inverter tergantung pada sel surya dan baterai, apabila output dari sel surya tidak stabil akan memperlambat pengisian baterai maka inverter tidak bisa menghasilkan tegangan maksimum.

### **5.2 Saran**

4. Penambahan kapasitas daya inverter tersebut akan lebih sempurna karena dapat diaplikasikan oleh masyarakat.
5. Penggunaan kontrol dan konverter DC ke DC pada rangkaian inverter maka tegangan akan lebih konstan dan maksimal.
6. Penambahan trafo dan MOSFET pada rangkaian inverter akan memurnikan daya keluaran dari rangkaian inverter.

# DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. N. Hutagalung, M. Panjaitan, and I. Pendahuluan, "Protype Rangkaian Inverter Dc Ke Ac 900 Watt," vol. 16, no. July, pp. 278–280, 2017.
- [2] B. Prio and E. Nurcahyo, "Analisis Hemat Energi Pada Inverter Sebagai Pengatur Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa," vol. 01, no. September, pp. 8–16, 2017.
- [3] Z. Tharo, A. P. U. Siahaan, and N. Evalina, "Improvisation Analysis of Reactive Power Energy Saving Lamps Based on Inverter," *Int. J. Eng. Tech.*, vol. 2, no. 5, pp. 141–145, 2016.
- [4] E. R. Pramithasari, J. Teknik, R. Dan, T. Udara, and P. N. Bandung, "ANALISIS PERFORMANSI AC SPLIT INVERTER IPK LG."
- [5] L. Halim, "Perancangan dan Implementasi Solar Inverter dengan Pencatatan Daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Disusun Oleh : Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan," no. Iii, 2017.
- [6] R. Assitant and H. Technology, "Design and Development of Multi Level," *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 1391–1395, 2014.
- [7] S. Y. Panggabean, "Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Menggunakan Teknik High Voltage Pwm ( Pulse Width Modulation )," *Ranc. Bangun Invert. Satu Fasa Menggunakan Tek. High Volt. PWM (Pulse Width Modul. Subas.*, vol. 11, no. 2, pp. 1–9, 2017.
- [8] P. N. Bandung, "Jurnal Teknologi Elektro , Universitas Mercu Buana PENGEMBANGAN KONTROL PENINGKATAN DAYA LISTRIK RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN ON / OFF GRID TIE INVERTER Hartono BS Jurusan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung Sapto Prayogo Jurusan Teknik Konversi Energi ISSN : 2086 - 9479," vol. 8, no. 3, pp. 192–199, 2017.
- [9] A. A. Adam, "Rangkaian inverter satu fasa berdasarkan perubahan frekuensi untuk pengendalian kecepatan motor capasitor," vol. 14, no. 1, pp. 44–59, 2015.
- [10] S. Nilai *et al.*, "Jurnal Teknologi," vol. 7, no. 002, 2008.
- [13] A. H. M. Nordin, A. M. Omar, and H. Zainuddin, "Modeling and Simulation of Grid Inverter in Grid- Connected Photovoltaic System," *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 949–957, 2014.
- [14] D. Kumar and Z. Husain, "A comparative study of z-source inverter fed three-phase IM drive with CSI and VSI fed IM," *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 3, no. 3, pp. 259–270, 2013.

## BIODATA



Nama : Ahmad Malik  
T/Tgl. Lahir : Handis Julu, 30  
Agustus 1994  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Nama Ayah : Muhammad Soleh  
Hsb  
Ibu : Nirwana Siregar

### **Pendidikan**

SD N100900 Sbh Jae 2001 s/d 2007  
MTs NU Sbh 2007 s/d 2010  
SMK N1 BRN 2010 s/d 2013  
S1 Teknik Elektro  
FATEK UMSU 2014 s/d 2018

Pembimbing I : Noorli Evalina ST.MT  
Pembimbing II: Partaonan Hrp ST.MT  
Penguji I : Ir, Abdul Aziz MT  
Penguji II : Faisal Irsan P, ST.MT

